

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-008499

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

H01H 33/66  
B22F 7/00  
C22C 9/00  
C22C 27/06  
H01H 1/02  
H01H 11/04  
// C22C 1/04

(21)Application number : 2000-183114

(71)Applicant : SHIBAFU ENGINEERING CORP  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 19.06.2000

(72)Inventor : OKUTOMI ISAO  
KUSANO TAKASHI  
YAMAMOTO ATSUSHI  
MINAMI YOSHIKO

## (54) VACUUM CIRCUIT BREAKER

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vacuum circuit breaker which has good current breaking characteristics through stabilizing the reignition of arc characteristics.

SOLUTION: A contact of this vacuum circuit breaker is made from sintered or infiltrated copper-chromium alloy whose metallographic structure consists of chromium grains surrounded with copper matrix, and then micro Vickers hardness Hv of the copper matrix in the copper-chromium which is cooled to room temperature after heat treatment from 750°C to 950°C is more than 60, and at the same time micro Vickers hardness Hv of the chromium grains whose diameters are larger than 20 µm is less than 240. By this constitution, surface damage of the breaker contact due to mechanical force when the contact is opened or closed or due to arcing can be reduced, and so the reignition of arc characteristics can be stabilized.

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of  
rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

DERWENT-ACC-NO: 2002-321471

DERWENT-WEEK: 200236

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Vacuum circuit breaker for vacuum bulbs, contains copper chromium alloy comprising chromium particles and copper matrix phase having preset micro Vickers hardness value

PATENT-ASSIGNEE: SHIBAFU ENG KK[SHIBN] , TOSHIBA KK[TOKE]

PRIORITY-DATA: 2000JP-0183114 (June 19, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2002008499 A	January 11, 2002	N/A	012	H01H 033/66

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2002008499A	N/A	2000JP-0183114	June 19, 2000

INT-CL (IPC): B22F007/00, C22C001/04 , C22C009/00 , C22C027/06 , H01H001/02 , H01H011/04 , H01H033/66

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002008499A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The vacuum circuit breaker contains copper chromium (CuCr) alloy comprising copper phase enclosing Cu particles, formed after sintering alloy. The copper matrix phase in CuCr alloy has micro Vickers hardness of 60 or more after heat processing at 750-950 deg. C and after cooling to room temperature. Micro Vickers hardness (Hv) of Cr particle with particle diameter layer than 20 mu m in CrCu alloy is 240 or less.

USE - For vacuum bulbs.

ADVANTAGE - The vacuum circuit breaker has stabilized reignition characteristics and excellent electric current barrier property.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/6

TITLE-TERMS: VACUUM CIRCUIT BREAKER VACUUM BULB CONTAIN COPPER CHROMIUM ALLOY  
COMPRIZE CHROMIUM PARTICLE COPPER MATRIX PHASE PRESET MICRO VICKERS

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cr particle and a Cu phase which encloses this, or infiltrating, and said CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, The micro-Vickers-hardness value Hv of Cu matrix phase in said CuCr alloy is 60 or more. And the vacuum circuit breaker characterized by having the contact whose micro-Vickers-hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles in said CuCr alloy than 20 micrometers is 240 or less.

[Claim 2] Cr particle which made 1st Cr particle which has the particle diameter of the range of 60-300 micrometers among Cr particles 50 % of the weight or more, Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cu phase which encloses this, or infiltrating, and said CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, The micro-Vickers-hardness value Hv of Cu matrix phase in said CuCr alloy is 60 or more. And the vacuum circuit breaker characterized by having the contact whose micro-Vickers-hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles in said CuCr alloy than 20 micrometers is 240 or less.

[Claim 3] Cr particle which made 1st Cr particle which has the particle diameter of the range of 60-300 micrometers among Cr particles 50 % of the weight or more, and made 2nd Cr particle with a particle diameter 44 micrometers or less 50 or less % of the weight, Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cu phase which encloses this, or infiltrating, and said CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, The vacuum circuit breaker characterized by having the contact whose micro-Vickers-hardness value Hv of Cr particle with a larger particle diameter than 20 micrometers the micro-Vickers-hardness value Hv of Cu matrix phase in said CuCr alloy is 60 or more, and is 240 or less.

[Claim 4] 1st Cr particle with the particle diameter of the range of 60-300 micrometers 50 % of the weight or more, Cr particle group which made 3rd Cr particle which has a particle diameter between said 1st Cr particle and 2nd Cr particle for 2nd Cr particle with a particle diameter 44 micrometers or less 50 or less % of the weight 10 or less % of the weight, Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cu phase which encloses these, or infiltrating, and said CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, The vacuum circuit breaker characterized by having the contact whose hardness value Hv of Cr particle with a larger particle diameter than 20 micrometers the hardness value Hv of Cu matrix phase in said CuCr alloy is 60 or more, and is 240 or less.

[Claim 5] The vacuum circuit breaker according to claim 1 to 4 characterized by for the sum total of said Cr particle being 5 - 60 % of the weight, and the remainder being Cu.

[Claim 6] The vacuum circuit breaker according to claim 1 to 5 characterized by permuting said a part of Cr particle by one chosen from less than 50% of the weight of Ti, V, Nb, Ta, W, and Mo.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the vacuum circuit breaker equipped with the outstanding operating characteristic and the restrike control property.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] The contact of the vacuum bulb on which current cutoff is made to perform in a high vacuum consists of the immobilization and two movable contacts which counter using the arc diffusibility in the inside of a vacuum.

[0003] Control of generating of a restrike phenomenon serves as important requirements at everything but fundamental 3 requirements for high current \*\*\*\*\* , the withstand voltage engine performance, and the joining-proof engine performance at the vacuum circuit breaker.

[0004] However, it is impossible to satisfy all requirements with a single metal kind on relation with an opposite thing into these requirements. In many contact materials which are used for this reason combining two or more sorts with which the engine performance running short is compensated mutually of metals, metals, and compounds -- for example, the object for high currents and a high proof pressure, although the vacuum bulb with the property which selection adoption of the contact material which suited the specific application like business was performed, and was excellent as it is developed The actual condition is that the vacuum bulb with which it is satisfied of the demand which furthermore becomes strong enough is not yet obtained.

[0005] For example, the Cu-Cr alloy (JP,45-35101,B) which made Cr contain about 50% of the weight is known as a contact aiming at high current cutoff nature. The Cr itself holds the vapor pressure property of Cu and an abbreviation EQC, and this alloy realizes high-tension high current \*\*\*\* by effectiveness, like a getter operation of powerful gas is shown, and is used abundantly as a contact which may reconcile a high proof-pressure property and mass cutoff nature.

[0006] Since Cr with high activity is being used for this alloy, it is using as the contact product, manufacturing a contact raw material, fully considering selection of raw material powder, mixing of an impurity, management of an ambient atmosphere, etc., or considering processing to a contact piece from a contact raw material (sintering process etc.).

[0007] However, even if it is the contact manufactured while adding such consideration, generating of restrike is seen, the case where this serves as a trigger and reduces the cutoff engine performance is seen, and the improvement is desired.

**[0008]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As contribution of the vapor pressure property in both high temperature approximating the CuCr contact, also after intercepting, a contact front face shows a comparatively smooth breakage property, and demonstrates the stable electrical property. However, in recent years, as a result of performing daily much more high current cutoff and adaptation in the circuit where high tension may be impressed more, induction of restrike has come to be seen according to the surface state at the time of the new article processed as a contact, the faulted condition on the front face

of a contact after current cutoff, etc. That is, on the surface state at the time of processing, and the contact front face damaged and exhausted in abnormalities by current cutoff, it becomes the cause which causes abnormality lifting of the contact resistance at the time of closing motion of the following stationary current, and abnormality lifting of temperature, or poor withstand voltage is shown and it has become the cause of restrike generating.

[0009] According to research, it became clear that it depended for the restrike property and operating characteristic of a CuCr alloy on fluctuation of the amount of Cr(s) in an alloy, the particle size distribution of Cr particle, extent of the segregation of Cr particle, extent of the hole which exists in an alloy, etc. However, in spite of advancing the optimization, by severe-ization of the adaptation situation in recent years mentioned above, dispersion was still seen and the vacuum bulb which had both properties has been needed.

[0010] The object of this invention is to offer the vacuum circuit breaker which was made to stabilize a restrike property and was excellent in the current operating characteristic.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the object of the above-mentioned invention, the vacuum circuit breaker concerning this invention according to claim 1 Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cr particle and a Cu phase which encloses this, or infiltrating, and a CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, The micro-Vickers-hardness value Hv of Cu matrix phase in a CuCr alloy is 60 or more. And the larger particle diameter of the Cr particles in a CuCr alloy than 20 micrometers (when particle shape is a polygon, an ellipse, and an infinite form particle) The micro-Vickers-hardness value Hv of Cr particle with the diameter of circle when converting the area into the area of a circle is characterized by having the contact which is 240 or less.

[0012] First, after heat-treating at 750-950 degrees C, generally the hardness value Hv of Cu after cooling even to a room temperature is less than [ Hv=60 ]. Now, since a hardness value is not sufficiently high, the contact front face at the time of mechanical closing motion and an arc-ed tends to receive breakage. As a result to stabilization of a restrike property, it turned out that it is not enough.

[0013] On the other hand, heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C is given, and the breakage on the front face of a contact at the time of mechanical closing motion and an arc-ed is mitigated by making the hardness value Hv of Cu matrix phase when cooling even to a room temperature more than Hv=60. The means which makes the hardness value Hv more than Hv=60 is possible by choosing suitably metallurgical means, such as adjustment of the particle size distribution of the Cr particle itself distributed for example, in Cu phase, the class of minor constituent which exists in Cr particle and adjustment of an amount, adjustment of the deposit condition of Cr to the inside of Cu phase, and adjustment of distortion which remains in Cr particle.

[0014] On the other hand, heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C is given, and the breakage on the front face of a contact at the time of mechanical closing motion and an arc-ed is mitigated by making the hardness value Hv of Cr particle in the CuCr alloy when cooling even to a room temperature into less than [ Hv=240 ]. In order to make a hardness value into less than [ Hv=240 ] and to manufacture the usual Cr particle which generally has several micrometers to several 100 micrometers particle diameter, disintegration of the massive Cr is carried out by the grinding method. It is possible mechanical and by choosing a thermal means suitably for mechanical strong processing given to Cr lump at the process which carries out disintegration to adjust workability and heat treatment temperature for the magnitude of distortion which remains inside Cr powder after grinding etc.

[0015] Cr after grinding usually has the hardness of Hv=240 \*\* (value exceeding 240) -300. Thus, by Cr particle whose Hv value is Hv=240 \*\* (value exceeding 240), a crack occurs by the mechanical and thermal impact at the time of closing motion and cutoff, or that part is seen to be fractured or divided and drop out of Cu matrix phase. Such a condition is not observed by Cr particle in less than [ Hv=240 ] which was denied after workability adjustment at a disintegration process, distortion picking processing, or alloying, and was obtained by picking processing.

[0016] That is, according to the multiplication-effectiveness by the combination of making the hardness

value Hv of making the hardness value Hv of Cr particle into less than [ Hv=240 ], and the above mentioned Cu matrix phase more than Hv=60, while reducing especially restrike occurrence frequency, the variation width of face of restrike generating is also reduced.

[0017] In addition, by Cr particle smaller than 20 micrometers, since it is influenced of a measurement technique top Cu phase, the precision of the hardness value to measure depends the object paying attention to the hardness value of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles than 20 micrometers on the reason which is not enough. Also in the following publications, it is the same.

[0018] The vacuum circuit breaker concerning this invention according to claim 2 Cr particle which made 1st Cr particle which has the particle diameter of the range of 60-300 micrometers among Cr particles 50 % of the weight or more, Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cu phase which encloses this, or infiltrating, and a CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, The micro-Vickers-hardness value Hv of Cu matrix phase in a CuCr alloy is 60 or more. And the micro-Vickers-hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles in a CuCr alloy than 20 micrometers is characterized by having the contact which is 240 or less.

[0019] Cr particle which at least 50 % of the weight in all Cr particles made 1st Cr particle with the particle diameter of the range of 60-300 micrometers by this invention according to claim 2 here, The hardness value Hv of Cu matrix phase after passing through predetermined heat treatment to the CuCr alloy which the remainder constituted from a Cu phase By giving the requirements which make the hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of more than Hv=60 and all the Cr particles than 20 micrometers less than [ Hv=240 ], the arc-proof expendability of a contact is improved, consequently it contributes to stabilization of a restrike property. However, at less than 50 % of the weight, arc consumption of an ingredient makes size the dry area on a large next door and the front face of a contact, consequently the amount of 1st Cr particle of all the Cr particles increases the variation width of face of the occurrence frequency of restrike.

[0020] The vacuum circuit breaker concerning this invention according to claim 3 Cr particle which made 1st Cr particle which has the particle diameter of the range of 60-300 micrometers among Cr particles 50 % of the weight or more, and made 2nd Cr particle with a particle diameter 44 micrometers or less 50 or less % of the weight, Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cu phase which encloses this, or infiltrating, and a CuCr alloy is received. The time of cooling even to a room temperature, after giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, It is characterized by having the contact whose micro-Vickers-hardness value Hv of Cr particle with a larger particle diameter than 20 micrometers the micro-Vickers-hardness value Hv of Cu matrix phase in a CuCr alloy is 60 or more, and is 240 or less.

[0021] Namely, Cr which made 2nd Cr particle in which the range of 44 micrometers or less has 1st Cr particle which has the particle diameter of the range of 60-300 micrometers among all Cr particles 50% of the weight or more 50 or less % of the weight, The hardness value Hv of Cu matrix phase after passing through predetermined heat treatment to the CuCr alloy which the remainder constituted from a Cu phase More than Hv=60 a total -- by giving the requirements which make the hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles than 20 micrometers less than [ Hv=240 ], while stabilizing a restrike property for concentration of an arc further as a result of reduction-ized Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne., improvement in an operating characteristic is reconciled.

[0022] The vacuum circuit breaker concerning this invention according to claim 4 1st Cr particle with the particle diameter of the range of 60-300 micrometers 50 % of the weight or more, Cr particle group which made 3rd Cr particle which has a particle diameter between 1st Cr particle and 2nd Cr particle for 2nd Cr particle with a particle diameter 44 micrometers or less 50 or less % of the weight 10 or less % of the weight, Consist of a CuCr alloy after sintering constituted from a Cu phase which encloses these, or infiltrating, and a CuCr alloy is received. After giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C, it is characterized by having the contact whose hardness value Hv of Cr particle with a larger particle diameter than 20 micrometers the hardness value Hv of Cu matrix phase in a CuCr alloy when

cooling even to a room temperature is 60 or more, and is 240 or less.

[0023] 1st Cr particle which the range of 60-300 micrometers has among all Cr particles Namely, 50 % of the weight or more, Cr particle which made 3rd Cr particle which has a particle diameter between 1st Cr particle and 2nd Cr particle for 2nd Cr particle which the range of 44 micrometers or less has 50 or less % of the weight 10 or less % of the weight, The hardness value Hv of Cu matrix phase after passing through predetermined heat treatment to the CuCr alloy which the remainder constituted from a Cu phase More than Hv=60 a total -- by giving the requirements which make the hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles than 20 micrometers less than [ Hv=240 ], while reduction-izing concentration of an arc further, consequently stabilizing a restrike property, improvement in an operating characteristic is reconciled. The variation width of face of an operating characteristic is also made to reduce by furthermore controlling the amount of 1st Cr particle, 2nd Cr particle, and 3rd Cr particle into such a ratio.

[0024] In a vacuum circuit breaker according to claim 1 to 4, the sum total of Cr particle is 5 - 60 % of the weight, and this invention according to claim 5 is characterized by the remainder being Cu.

[0025] The hardness value Hv of Cu matrix phase after passing through predetermined heat treatment here More than Hv=60 a total -- at less than 5 % of the weight, even if the sum total of the amount of Cr (s) of the CuCr alloy which gave the requirements which make the hardness value Hv of Cr particle with the larger particle diameter of the Cr particles than 20 micrometers less than [ Hv=240 ] gives predetermined requirements Both a restrike property and an operating characteristic serve as instability by lowering and conductive lowering of arc-proof expendability.

[0026] On the other hand, the sum total of the amount of Cr(s) of a CuCr alloy becomes unstable [ a temperature rise property and a contact resistance property ] at 80 % of the weight or more, and both a restrike property and an operating characteristic serve as instability too.

[0027] In addition, in a vacuum circuit breaker according to claim 1 to 5, the sum total of Cr particle in a CuCr alloy is made into 5 - 60 % of the weight, one of 1 or less % of the weight, or the Te and Se can be added for one of Bi, Pb, and the Sb(s) 5 or less % of the weight as an auxiliary component, and the remainder can also be set to Cu.

[0028] Here, if existence of Bi of the specified quantity in the inside of Cu phase is 1 or less % of the weight, it stabilizes the contact surface dry area after current cutoff few, and makes restrike generating level still lower. At 1% of the weight or more of Bi, the frequency of restrike generating is made to increase and there is nothing preferably. Similarly, the existence of Te, Se, Pb, and Sb of the specified quantity in the inside of Cu phase also stabilizes the contact surface dry area after current cutoff, and makes restrike generating level low.

[0029] Furthermore, aluminum or Si may be added 1 or less % of the weight as an auxiliary component.

[0030] Here, existence of aluminum of the specified quantity also stabilizes a current operating characteristic further while making restrike generating level low. Moreover, if the amount of aluminum exceeds 1 % of the weight, the dry area of the contact piece front face for the big energy processing at the time of cutoff will be caused, and lowering of the property [ exhausting /-proof ] and a joining-proof property and destabilization of a restrike property will be caused. Moreover, while existence of Si of the specified quantity also makes restrike generating level low, a current operating characteristic is also stabilized further. Moreover, if the amount of Si exceeds 1 % of the weight, the dry area of the contact piece front face for the big energy processing at the time of cutoff will be caused, and lowering of the property [ exhausting /-proof ] and a joining-proof property and destabilization of a restrike property will be caused.

[0031] This invention according to claim 6 is characterized by permuting a part of Cr particle by one chosen from less than 50% of the weight of Ti, V, Nb, Ta, W, and Mo in a vacuum circuit breaker according to claim 1 to 5.

[0032] Here, by permuting a part of Cr to the amount of Cr(s) by less than 50% of the weight of one of Ti, V, Nb, Ta, W, and the Mo, the mechanical strength of the whole Cu-Cr contact raw material is made into size, and restrike generating caused by omission of Cr particle serving as a trigger is relief-ized. If the amount of Ti, V, Nb, Ta, W, and Mo to Cr exceeds 50 % of the weight, the thermionic emission

from which these elements serve as the main factor will prosper, and an operating characteristic will be reduced.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained to a detail.

[0034] By observation of artificers, the following knowledge was acquired [ generating / the ingredient condition of a Cu-Cr contact, and / restrike ] about the relevance between the material property before and behind cutoff, and variation generating of restrike.

[0035] As for a Cu-Cr contact, it is general to finish-machine with polish, grinding, or a cut means. However, in addition, variation was looked at by generating and the operating characteristic of restrike also considering many contents (manufacture conditions, processing conditions, etc.) of Cu-Cr as fixed. The chip of omission of Cr particle, exfoliation, and Cr particle edge, a scratch-like blemish, the flow (Cu hangs even on Cr particle) of Cu phase part, etc. existed in the contact front face variously as a result of observation of artificers. Functionality was accepted as the cause between the variation in the difference in the workability in the micro field on a contact side, i.e., restrike generating, and the difference in the uniformity coefficient of the degree of hardness in a micro field. This inclination is manufacture lot-to-lot [ of a contact raw material ], and was observed also all over the micro field of a contact of one sheet.

[0036] Generally, the hardness value Hv of Cu (pure copper) in the room temperature when giving heat treatment with a temperature of 750-950 degrees C is less than [ Hv=60 ]. If the hardness value Hv of Cu phase in a Cu-Cr alloy is made more than Hv=60 by choosing the particle size distribution of Cr particle etc. suitably, mechanical closing motion and breakage on the front face of a contact after an arc-ed are mitigated, and while reducing restrike occurrence frequency as a result, the variation width of face of restrike generating will also be reduced.

[0037] massive, in order to manufacture the usual Cr particle with several micrometers to several 10 micrometers particle diameter -- disintegration of the Cr is ground and carried out. Under the present circumstances, since mechanical strong processing joins Cr lump, a residual and minute impurities of distortion remain in Cr. Cr has the hardness of Hv=240 \*\* (value exceeding 240) -300 under the effect. By Cr particle whose hardness value Hv is Hv=240 \*\* (value exceeding 240), the phenomenon of crack initiation, fracture, fission, and its part dropping out of Cu phase by the mechanical and thermal impact at the time of closing motion cutoff is seen. On the other hand, such a condition is not observed by Cr particle in less than [ Hv=240 ] which was obtained by adjustment of the particle size distribution of Cr particle, workability adjustment at a disintegration process, distortion picking processing or the distortion picking processing after alloying, etc.

[0038] Namely, by making hardness Hv of Cr particle in Cu-Cr into less than [ Hv=240 ], and making hardness Hv of Cu phase more than Hv=60, the difference of the degree of hardness of Cr particle in a Cu-Cr alloy and Cu phase serves as smallness, and a desirable processing surface state is acquired in the case of mechanical finish-machining of a contact, and it will be in a desirable condition to the target reduction in restrike.

[0039] On the other hand, if the contact which has Cu phase below Hv=60 by Cr particle which is Hv=240 \*\* (value exceeding 240) is chosen As a result of not acquiring a desirable processing surface state but the difference of the degree of hardness of Cr particle and Cu phase causing the congestion of an arc, and concentration on the occasion of mechanical finish-machining of a large next door and a contact, by generating of the local abnormality evaporation phenomenon of a contact side, generation of a surface dry area, etc. It is disadvantageous to improvement in an operating characteristic in the reduction in restrike.

[0040] If an external magnetic field (for example, vertical field) is given to such a contact and the current value more than constant value is intercepted, an arc will show the inclination which stagnates in the location of one point or two or more points which cannot predict contact drawing, will carry out abnormality fusion of a part of contact eventually, and will reach a cutoff limitation. Moreover, by abnormality fusion, the metallic fumes generated by instant explosive evaporation check remarkably the insulating recoverability of a vacuum circuit breaker which suited the opening process, and cause much

more degradation of a cutoff limitation. Furthermore, abnormality fusion makes huge \*\*\*\*\*, and causes the dry area of a contact side, consequently also causes lowering [ exhausting / an ingredient / unusual ] of a withstand voltage property, and the increment in a restrike incidence rate. If it cannot predict at all, as for where [ on a contact side ] the arc used as the cause of these phenomena stagnates, it is desirable to give the surface conditions which can carry out migration diffusion, and a means to promote migration diffusion to a contact, without the generated arc making it stagnate. This operation gestalt offers the one desirable condition.

[0041] It is dependent on fluctuation of the amount of Cr(s) in an alloy, the grain size of Cr particle, particle size distribution, extent of the segregation of Cr, extent of the hole which exists in an alloy, etc. at stabilization of the property of a CuCr alloy. Much more stabilization of a restrike property found especially that the surface type voice which is formed of the mutual relation between Cr particle in a CuCr alloy and Cu matrix in addition to the above was very important. That is, it became clear that it was necessary to observe the occurrence frequency of the restrike of a vacuum bulb about the degree-of-hardness relation of Cr and Cu in an alloy.

[0042] Here, the conditions of the characterization of the following examples and the example of a comparison and an approach are explained.

(1) Operating characteristic : while attaching the experiment bulb for blocking tests equipped with a contact with a diameter of 70mm in the switchgear, after giving baking, electrical-potential-difference aging, etc., it connected with the circuit (24kV and 50Hz), and comparative evaluation of the cutoff limitation was carried out per three vacuum bulbs, increasing a current at a time by about 1kA.

(2) Restrike property : the dimmer UNTABURU mold vacuum bulb was equipped with the disc-like contact piece with a diameter [ of 30mm ], and a thickness of 5mm, and the restrike occurrence frequency when intercepting the circuit of 24kVx500A 2000 times was displayed.

[0043] in addition, a scale factor when, as for a result, occurrence frequency sets the occurrences of an example 1 to 1.0 -- it is -- the case of less than 0.1 -- (A), and 0.1-1.0 -- (D), and 3.0-10 were displayed for (C), and 1.5-3.0, and (Y) and 30 or more were displayed [ (B), and 1.0-1.5 ] for (X), and 10-30 as (Z).

(3) The content of sample offering Cr powder : the particle diameter made Cr powder which is in the range between [the Cr particle 2], the [Cr particle 1], and the [Cr particle 2] about Cr powder which is in [the Cr particle 1] and the range of 44 micrometers or less about Cr powder in the range of 60-300 micrometers [the Cr particle 3], and prepared each.

[0044] Hereafter, an example and the example of a comparison are explained with reference to drawing 1 - drawing 6.

[0045] (Examples 1-2, example 1 of a comparison) The outline of the assembly of the experiment bulb for blocking tests is shown first. The insulation container made from the ceramics (principal component: AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) which ground the average surface roughness of an end face to about 1.5 micrometers was prepared, and heat-treatment 1600 degrees C ago was performed before the assembly about this insulation container made from the ceramics. As sealing metallic ornaments, the nickel-Fe alloy was prepared 42% with a plate thickness of 2mm. As low material, the Ag-Cu alloy plate was prepared 72% with a thickness of 0.1mm. Each part material which carried out [ above-mentioned ] preparation has been arranged so that airtight sealing junction may be possible between solder-ed (the end face and sealing metallic ornaments of the insulation container made from the ceramics), and the airtight sealing process of sealing metallic ornaments and the insulation container made from the ceramics was presented in the vacuum ambient atmosphere of 5x10 to 4 Pa.

[0046] Subsequently, the content of the sample offering contact material and manufacture conditions are shown.

[0047] First, the particle diameter made Cr powder which is in [the Cr particle 1] and the range of 44 micrometers or less about Cr powder in the range which is 60-300 micrometers [the Cr particle 2], and prepared each.

[0048] As an example 1, Cu powder prepared separately was mixed with Cr chosen from [the Cr particle 1] so that it might be set to Cu-25 % of the weight Cr.

[0049] As an example 2, the ratio of [the Cr particle 1] and the [Cr particle 2] mixed Cu powder prepared separately with Cr mixed like [Cr particle 1] 50-75 % of the weight and [Cr particle 2] 25-50 % of the weight so that it might be set to Cu-25 % of the weight Cr.

[0050] As an example 1 of a comparison, the ratio of [the Cr particle 1] and the [Cr particle 2] mixed Cu powder prepared separately with Cr mixed like [Cr particle 1] 10-25 % of the weight and [Cr particle 2] 75-95 % of the weight so that it might become Cu-25% Cr.

[0051] 4t/mm of each mixed powder was cast by 2, it was sintered, and the Cu-25%Cr alloy was obtained.

[0052] To the molding object of Cu powder and Cr powder, assessment gave 1060-degree C heat-treatment, and was used as the Cu-25%Cr alloy. Each characterization made the property of an example 1 the relative value of Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne. to the criterion (for adjustment of a degree of hardness, temperature is chosen suitably).

[0053] The meaning of this invention is observing the degree of hardness Hv of Cu phase in this alloy after giving reheating processing with a temperature of 750-950 degrees C and cooling even to a room temperature to the Cu-Cr alloy which was ratio-mixed [ predetermined ], sintered Cr powder with a predetermined particle diameter, and obtained it, and the degree of hardness Hv of Cr particle.

[0054] So, in this example and the example of a comparison, the raw material which is in the range of Hv=180-240 in Hv=60-70 and Cr particle in Cu phase in this alloy was elected, and the trial was presented. Control is easily possible by adjusting other classes, amounts of components, etc. of a component in the molding pressure force in case adjustment of the degree of hardness in this case acquires a CuCr molding object, a molding means, the holding time with a temperature of 750-950 degrees C, the cooling rate after reheating, or Cr particle to be used.

[0055] When the restrike property by said conditions and the operating characteristic were evaluated about these contact alloys, in the example 1 (correlation sample) which made [the Cr particle 1] 100 % of the weight, and the example 2 which made [the Cr particle 1] 50 - 75 % of the weight, and made the remainder [the Cr particle 2], restrike nature showed the range which showed the range of (B) - (D) and was stabilized (examples 1-2).

[0056] To the operating characteristic of the example 1 made into the criterion being 20kA, in the example 2, the range of 20-24kA was shown, and the operating characteristic was also stabilized further and \*\*\*\*\*\*(ed) it.

[0057] On the other hand, while the restrike property when making into 10 - 25 % of the weight the [Cr particle 1] which set the value of said particle diameter of Cr to 60-300 micrometers, and making the remainder into [the Cr particle 2] showed (D) - (X) and remarkable lowering was shown, the operating characteristic also showed 8-20kA, and showed remarkable lowering (example 1 of a comparison).

[0058] According to the microscope observation on the front face of a contact after evaluating a restrike property and an operating characteristic, omission of Cr particle etc. were not seen but the breakage on the contact side of examples 1-2 was flat breakage.

[0059] In the example 1 of a comparison, as compared with examples 1-2, arc consumption is size and intense irregularity also with the large surface dry area has generated the contact. Especially, concentration of an arc was reduction-ized as compared with the example 1, and, as for the example 2, consumption showed the inclination also with few the surface dry area by smallness. The direction of Cr in which [the Cr particle 1] and the [Cr particle 2] in a predetermined ratio were made to exist shows the surface state stabilized by even after the arc-ed (examples 1-2).

[0060] However, the effectiveness is not demonstrated when [ when the ratio of [the Cr particle 1] and the [Cr particle 2] is suitable ] out of range (example 1 of a comparison).

[0061] (Examples 3-4, examples 2-3 of a comparison) In said examples 1-2 The time of reheating the inside of a Cu-Cr alloy at 750-950 degrees C, and cooling even to a room temperature, The effectiveness given to the restrike property when changing the ratio of the [the Cr particle 1] and the [Cr particle 2] which occupy the hardness Hv of Cu phase in this alloy in Cr particle after setting hardness Hv of Hv=60-70 and Cr particle constant in Hv=180-240, and an operating characteristic was shown.

[0062] However, even if the technique of this invention changes the ratio of [the Cr particle 1] and the

[Cr particle 3], without restricting to this, it demonstrates good effectiveness to a restrike property and an operating characteristic. Namely, when the ratio of the [Cr particle 1] occupied in Cr particle in this alloy is [the remainder [the Cr particle 3]] 5 - 10 % of the weight at 90 - 95 % of the weight (example 3), At 20 - 45 % of the weight, when the remainder [the Cr particle 3] is 5 - 10 % of the weight (example 4), the ratio of 50 - 75 % of the weight and the [Cr particle 2] [ the ratio of [the Cr particle 1] ] The restrike property in comparison with the property of an example 1 (criterion) showed the restrike property which was stabilized in (B) - (C) in the example 3, and was stabilized in the range of (A) - (B) in the example 4. 20-24kA was demonstrated in the example 3, and the operating characteristic also demonstrated the 24kA stable high operating characteristic in the example 4 (examples 3-4).

[0063] On the other hand, while the restrike property when making into 70 - 85 % of the weight the [Cr particle 1] which set the value of said particle diameter of Cr to 60-300 micrometers, and making the remainder [the Cr particle 3] into 15 - 30 % of the weight showed (D) - (X) and remarkable lowering was shown, the operating characteristic also showed 8-16kA, and showed remarkable lowering (example 2 of a comparison).

[0064] Furthermore, while the restrike property when the ratio of [the Cr particle 2] makes [ the ratio of [the Cr particle 1] ] the remainder [the Cr particle 3] 15 - 30 % of the weight at 20 - 45 % of the weight 70 to 85% of the weight showed (D) - (X) and remarkable lowering was shown, the operating characteristic also showed 8-16kA, and showed remarkable lowering (example 3 of a comparison).

[0065] According to the microscope observation on the front face of a contact after evaluating a restrike property and an operating characteristic, omission of Cr particle etc. were not seen but the breakage on the contact side of examples 3-4 was flat breakage. In the examples 2-3 of a comparison, as compared with examples 3-4, arc consumption is size, the surface dry area is also large and irregularity has generated the contact. Moreover, in the example 2 of a comparison, sharp lowering of a restrike property and an operating characteristic is seen also by lowering of a restrike property, and also the example 3 of a comparison by the increment in the capacity in a contact raw material at the increment in capacity.

[0066] (Examples 4-5 of a comparison) In said examples 1-4 and the examples 1-3 of a comparison The time of reheating the inside of a Cu-Cr alloy at 750-950 degrees C, and cooling even to a room temperature, Demonstrating desirable effectiveness to a restrike property and an operating characteristic about the case where both hardness of Cu phase in this alloy and hardness of Cr particle are in the predetermined range (the hardness Hv of Hv=60-70 and Cr particle is the range of Hv=180-240 for the hardness Hv of Cu phase) was shown. However, in spite of having shown the desirable property that an operating characteristic is 20-24kA when the hardness of Cr particle was in the range of Hv=240 \*\* (value exceeding 240) -275 which is not desirable even if the hardness of Cu phase was in the desirable range of Hv=60-70, the restrike property showed (D) - (Y) and showed remarkable lowering (example 4 of a comparison).

[0067] On the contrary, in spite of having shown the desirable property that an operating characteristic is 20-24kA also when the hardness Hv of Cu phase was in the range of Hv=40-50 which is not desirable even if the hardness Hv of Cr particle was in the desirable range of Hv=180-210, the restrike property showed (D) - (X) and showed remarkable lowering (example 5 of a comparison).

[0068] According to the microscope observation on the front face of a contact after evaluating a restrike property and an operating characteristic, in the example 4 of a comparison, generating of a crack or a crack is observed by Cr particle and instability is looked at by the restrike property. Moreover, in the example 5 of a comparison, the surface crack by closing motion or cutoff was accepted in Cu phase.

[0069] (Examples 5-7, examples 6-7 of a comparison) In said examples 1-4 and the examples 1-5 of a comparison The time of reheating a Cu-Cr alloy at 750-950 degrees C, and cooling even to a room temperature, after seting the amount of Cr(s) in a CuCr alloy constant at 25 % of the weight, The effectiveness given to the restrike property when changing the ratio of the [the Cr particle 1], the [Cr particle 2], and the [Cr particle 3] which adjust the hardness Hv of Hv=60-70 and Cr particle to the range of Hv=180-240, and occupy the hardness Hv of Cu phase in this alloy in Cr particle, and an operating characteristic was shown.

[0070] However, the technique of this invention demonstrates good effectiveness to a restrike property

and an operating characteristic, without the amount of Cr(s) in a CuCr alloy restricting to 25% of the weight. That is, the example 5 whose amount of Cr(s) in this alloy is 5 % of the weight showed the restrike property stabilized in the range of (B) - (C) also in the example 7 (B) - (C) and whose amount of Cr(s) are 60 % of the weight in the example 6 (C) - (D) and whose amount of Cr(s) are 40 % of the weight. Furthermore, in the example 5, 16-20kA was demonstrated in 20-24kA and the example 6, and the operating characteristic also demonstrated the 16-20kA stable high operating characteristic in the example 7 (examples 5-7).

[0071] On the other hand, although the operating characteristic when making the amount of Cr(s) in this alloy into 2.5 % of the weight showed 16-20kA and was the range of acceptance, it was conductive lowering [ exhausting / arc-proof ], and the restrike property showed (D) - (X) and showed remarkable lowering (example 6 of a comparison). Furthermore, although the restrike property when making the amount of Cr(s) in this alloy into 80 % of the weight showed (C) - (D) and was the range of acceptance, the operating characteristic was destabilization of a temperature rise property and a contact resistance property, showed the unstable operating characteristic to reverse and showed 5-12kA and remarkable lowering to it. (Example 7 of a comparison).

[0072] According to the microscope observation on the front face of a contact after evaluating a restrike property and an operating characteristic, omission of Cr particle etc. are not seen, but the breakage on the contact side of examples 5-7 is flat breakage, and the desirable surface state is maintained to a sex at the time of a restrike property and cutoff. In the examples 6-7 of a comparison, as compared with examples 5-7, arc consumption is size, the surface dry area is also large and irregularity has generated the contact.

[0073] (Examples 8-14, examples 8-9 of a comparison) In said examples 1-7 and the examples 1-7 of a comparison The time of reheating a Cu-25Cr alloy at 750-950 degrees C, and cooling even to a room temperature especially about a CuCr alloy, The effectiveness of giving the ratio of the [the Cr particle 1], the [Cr particle 2], and the [Cr particle 3] which adjust the hardness Hv of Hv=60-70 and Cr particle to the range of Hv=180-240, and occupy the hardness Hv of Cu phase in this alloy in Cr particle to the restrike property when considering as the predetermined range and an operating characteristic was shown.

[0074] However, without restricting to a CuCr alloy, the technique of this invention permutes a part of Cr which demonstrates the function of the arc resistance at the time of cutoff of the 1st auxiliary component X1 (at least one of X1=Ti, and the V, Nb(s), Ta, W and Mo) of the specified quantity, and demonstrates [ as opposed to / as CrX1 / a restrike property and an operating characteristic ] good effectiveness.

[0075] When [ in <examples 8-9 and the examples 8-9 of a comparison, i.e., this alloy,> ] 7.5% of the weight of Ti was chosen as Cr as X1 12.5% and it considered as Cr+Ti=20 % of the weight, the restrike property by which the desirable range of (B) - (C) was stabilized was shown (example 8). Also when it considered as Cr+Ti=12.5+12.5=25 % of the weight, the restrike property by which the desirable range of (B) - (C) was stabilized was shown (example 9). Furthermore, the operating characteristic also demonstrated the 20kA stable high operating characteristic also by 24kA and the example 9 in the example 8 (examples 8-9). In the examples 8-9, having raised the mechanical strength of a contact has contributed to stabilization of a restrike property.

[0076] On the other hand, when [ in this alloy ] 30% of the weight of Ti is chosen as Cr as X1 12.5% (Cr+Ti=42.5 % of the weight.) Although the 16-20kA stable operating characteristic was demonstrated, the unstable restrike property which is not desirable as for (D) - (Y) was shown in Cr<X1. Since there are more X1 amounts than the amount of Cr(s), the effectiveness of Cr which has the operation which graduates the contact front face after cutoff is not fully demonstrated (example 8 of a comparison). Moreover, when [ in this alloy ] 30% of the weight of Ti was chosen as Cr as X1 30% (Cr+Ti=60 % of the weight), the 5-12kA unstable operating characteristic was demonstrated upwards, and the unstable restrike property which is not desirable as for (C) - (X) was shown. Since there are many X1 amounts, it is because the effectiveness of Cr which has the operation which graduates the contact front face after cutoff is not fully demonstrated (example 9 of a comparison). According to observation, in the example

8 of a comparison after cutoff, the dry area on the front face of a contact is increasing. Moreover, in the example 9 of a comparison, the contact temperature rise at the time of cutoff showed lowering of an operating characteristic in size.

[0077] Although the <examples 10-14> above-mentioned examples 8-9 and the examples 8-9 of a comparison showed the effect of [ at the time of choosing Ti as an auxiliary component to Cr ], and the limit of X1 amount (the amount of Ti) over the amount of Cr(s) X1 in this invention showed the restrike property of the range of (A-B), and the 16-20kA operating characteristic also as CrX1 which permuted a part of Cr by V, Nb, Ta, W, and Mo (examples 10-14) of the specified quantity, without restricting to Ti, and demonstrated the same effectiveness.

[0078] (Examples 15-16, example 10 of a comparison) In said examples 8-14 and the examples 8-9 of a comparison, the effectiveness was checked about the effect which carries out a part of Cr which demonstrates the function of arc resistance about a CuCr alloy to the restrike property at the time of permuting of the 1st auxiliary component X1, and an operating characteristic at the time of cutoff.

[0079] However, the technique of this invention demonstrates [ as opposed to / as CrX2 which contained aluminum (aluminum) as 2nd auxiliary component X2 of the specified quantity for a part of Cr which demonstrates the function of arc resistance / a restrike property and an operating characteristic ] good effectiveness (examples 15-16).

[0080] The specified quantity of the amount of aluminum as an auxiliary component X2 demonstrated the restrike property by which the desirable range of (A) - (B) was stabilized, and the 24kA stable high operating characteristic at the time of 0.05 % of the weight (example 15). Furthermore, the restrike property by which the desirable range of (C) - (D) was stabilized also when the specified quantity of the amount of aluminum was 0.1 - 1.0 % of the weight, and the 20kA stable high operating characteristic were demonstrated (example 16). However, when the amount of aluminum was 3.5 % of the weight, lowering (8-12kA) of the unstable restrike property which is not desirable as for (Y) - (Z), and an operating characteristic was shown (example 10 of a comparison). In the example 10 of a comparison, lowering remarkable to destabilization and operating characteristic of a restrike property was seen by expendability-proof and joining-proof nature lowering.

[0081] (Examples 17-26, examples 11-15 of a comparison)

Even if it contains 1 or less % of the weight of the 3rd auxiliary component X3 (X3=Bi) which demonstrates the function of joining-proof nature at the time of examples 17-18 and the <example 11 of comparison> cutoff, a property with a good example of an operating characteristic (the restrike property of (C) - (D), 20-24kA, and 16-20kA) is demonstrated (examples 17-18). On the other hand, when 5% of the weight of the 3rd auxiliary component X3 (X3=Bi) is contained, while lowering of expendability-proof and \*\*\*\*\*-proof shows the restrike property of (Y) - (Z) and shows remarkable instability, an operating characteristic shows 5kA or less, and serves as sharp lowering (example 11 of a comparison).

[0082] Even if it contains 1 or less % of the weight of the 3rd auxiliary component X3 (X3=Pb) which demonstrates the function of joining-proof nature at the time of examples 19-20 and the <example 12 of comparison> cutoff, an operating characteristic (the restrike property of (C) - (D), 20-24kA, and 16-20kA) is shown, and a good property is demonstrated (examples 19-20). On the other hand, when 5% of the weight of the 3rd auxiliary component X3 (X3=Pb) is contained, while lowering of expendability-proof and \*\*\*\*\*-proof shows the restrike property of (Z) and shows remarkable instability, an operating characteristic shows 5kA or less, and serves as sharp lowering (example 12 of a comparison).

[0083] Even if it contains 1 or less % of the weight of the 3rd auxiliary component X3 (X3=Sb) which demonstrates the function of joining-proof nature at the time of examples 21-22 and the <example 13 of comparison> cutoff, a property with a good example of an operating characteristic (the restrike property of (C) - (D), 20-24kA, and 16-20kA) is demonstrated (examples 21-22). On the other hand, when 5% of the weight of the 3rd auxiliary component X3 (X3=Sb) is contained, while lowering of expendability-proof and joining-proof nature shows the restrike property of (Z) and shows remarkable instability, an operating characteristic shows 5kA or less, and serves as sharp lowering (example 13 of a comparison).

[0084] Even if it contains 5 or less % of the weight of the 4th auxiliary component X4 (X4=Te) which demonstrates the function of joining-proof nature at the time of examples 23-24 and the <example 14 of

comparison> cutoff, a property with a good example of an operating characteristic (the restrike property of (C) - (D), 20-24kA, and 16-20kA) is demonstrated (examples 23-24). On the other hand, when 8% of the weight of the 4th auxiliary component X4 (X4=Te) is contained, while lowering of \*\*\*\*\*-proof and joining-proof nature shows the restrike property of (Z) and shows remarkable instability, an operating characteristic shows 5kA or less, and serves as sharp lowering (example 14 of a comparison).

[0085] Even if it contains 5 or less % of the weight of the 4th auxiliary component X4 (X4=Se) which demonstrates the function of joining-proof nature at the time of examples 25-26 and the <example 15 of comparison> cutoff, a property with a good example of an operating characteristic (the restrike property of (C) - (D), 20-24kA, and 16-20kA) is demonstrated (examples 25-26). On the other hand, when 8% of the weight of the 4th auxiliary component X4 (X4=Se) is contained, while lowering of \*\*\*\*\*-proof and joining-proof nature shows the restrike property of (Z) and shows remarkable instability, an operating characteristic shows 5kA or less, and serves as sharp lowering (example 15 of a comparison).

[0086]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the vacuum circuit breaker which was made to stabilize a restrike property and was excellent in the current operating characteristic is realizable.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The table Fig. showing the assessment conditions of the examples 1-7 of this invention, and the examples 1-7 of a comparison.

[Drawing 2] The table Fig. showing the assessment conditions of the examples 8-16 of this invention, and the examples 8-10 of a comparison.

[Drawing 3] The table Fig. showing the assessment conditions of the examples 17-26 of this invention, and the examples 11-15 of a comparison.

[Drawing 4] The table Fig. showing the assessment result of the examples 1-7 of this invention, and the examples 1-7 of a comparison.

[Drawing 5] The table Fig. showing the assessment result of the examples 8-16 of this invention, and the examples 8-10 of a comparison.

[Drawing 6] The table Fig. showing the assessment result of the examples 17-26 of this invention, and the examples 11-15 of a comparison.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-8499

(P2002-8499A)

(43)公開日 平成14年1月11日(2002.1.11)

(51) Int Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 H 33/66  
B 2 2 F 7/00  
C 2 2 C 9/00  
27/06  
H 0 1 H 1/02

識別記号

F I	
H 0 1 H	33/66
B 2 2 F	7/00
C 2 2 C	9/00
	27/06

テマコード(参考)  
B 4K018  
A 5G023  
5G026  
5G050

H01H 1/02 C  
審査請求 未請求 請求項の数 6 OJ (全 12 頁) 最終頁に統く

(21) 出願番号

特願2000-183114(P2000-183114)

(71) 出願人 595019599

芝府エンジニアリング株式会社  
東京都府中市東芝町1番地

(22) 出願日

平成12年6月19日(2000.6.19)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 穿明者 廉寧 球

東京都府中市東芝町1番地 芝府エンジニアリング  
スリム技術企画室

アリングル  
(74) 作詞人 100078010

100078019

(54) 【発明の名称】 真空遮断器

(57) 【要約】

【課題】 再点弧特性を安定化させ電流遮断特性の優れた真空遮断器を提供する。

【解決手段】 真空遮断器の接点を、Cr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金で構成し、このCuCr合金に対して、750~950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロピッカース硬さ値 Hv を 60 以上とし、かつ、CuCr合金中のCr粒子のうちの、20 μm より大きい粒子直径を持つCr粒子のマイクロピッカース硬さ値 Hv を 240 以下とする。これにより、機械的開閉時や被アーカ時の接点表面の損傷を軽減することができ、再点弧特性を安定化させることができる。

最終頁に統ぐ

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】Cr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金からなり、前記CuCr合金に対して、750～950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、前記CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロビッカース硬さ値Hvが60以上であって、かつ、前記CuCr合金中のCr粒子のうちの、20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子のマイクロビッカース硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする真空遮断器。

【請求項2】Cr粒子のうち60～300μmの範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上としたCr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金からなり、前記CuCr合金に対して、750～950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、前記CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロビッカース硬さ値Hvが60以上であって、かつ、前記CuCr合金中のCr粒子のうちの、20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子のマイクロビッカース硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする真空遮断器。

【請求項3】Cr粒子のうち60～300μmの範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上とし、44μm以下の粒子直径を持つ第2のCr粒子を50重量%以下としたCr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金からなり、前記CuCr合金に対して、750～950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、前記CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロビッカース硬さ値Hvが60以上であって、かつ、20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子のマイクロビッカース硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする真空遮断器。

【請求項4】60～300μmの範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上、44μm以下の粒子直径を持つ第2のCr粒子を50重量%以下、前記第1のCr粒子と第2のCr粒子との間の粒子直径を持つ第3のCr粒子を10重量%以下としたCr粒子群と、これらを取り囲むCu相とで構成した焼結または溶浸後のCuCr合金からなり、前記CuCr合金に対して、750～950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、前記CuCr合金中のCuマトリックス相の硬さ値Hvが60以上であって、かつ、20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする真空遮断器。

【請求項5】前記Cr粒子の合計が5～60重量%であり、残部がCuであることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の真空遮断器。

【請求項6】前記Cr粒子の一部を、50重量%未満のTi、V、Nb、Ta、W、Moより選ばれた1つによ

って置換したことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の真空遮断器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、優れた遮断特性と再点弧抑制特性を備えた真空遮断器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】真空中でのアーク拡散性を利用して、高真空中で電流遮断を行わせる真空バルブの接点は対向する固定、可動の2つの接点から構成されている。

【0003】真空遮断器には、大電流遮断性能、耐電圧性能、耐溶着性能の基本的3要件の他に再点弧現象の発生の抑制が重要な要件となっている。

【0004】しかしながら、これらの要件の中には相反するものがある関係上、単一の金属種によって全ての要件を満足させる事は不可能である。この為実用されている多くの接点材料に於いては、不足する性能を相互に補うような2種以上の金属、金属と化合物を組合せる事によって、例えば大電流用、高耐圧用などのように特定の用途に合った接点材料の選択採用が行われ、それなりに優れた特性を持つ真空バルブが開発されているが、さらに強まる要求を充分満足する真空バルブは未だ得られていないのが実情である。

【0005】例えば、大電流遮断性を目的とした接点として、Crを50重量%程度含有させたCu-Cr合金（特公昭45-35101号）が知られている。この合金は、Cr自体がCuと略同等の蒸気圧特性を保持しつつ強力なガスのゲッタ作用を示す等の効果で高電圧大電流遮断性を実現し、高耐圧特性と大容量遮断性とを両立させ得る接点として多用されている。

【0006】この合金は、活性度の高いCrを使用している事から、原料粉の選択、不純物の混入、雰囲気の管理などに十分に配慮しながら接点素材を製造（焼結工程など）したり、接点素材から接点片への加工に配慮しながら接点製品としている。

【0007】しかし、この様な配慮を加えながら製造した接点であっても再点弧の発生が見られ、これが引金となって遮断性能を低下させる場合が見られ、その改善が望まれている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】CuCr接点は、両者の高温度での蒸気圧特性が近似していることの寄与として、遮断した後でも接点表面は比較的平滑な損傷特性を示し、安定した電気特性を発揮している。しかし近年では一層の大電流遮断やより高電圧が印加される可能性のある回路への適応が日常的に行われる結果、接点として加工した新品時の表面状態、電流遮断後の接点表面の損傷状態などによっては、再点弧の誘発が見られる様になってきた。すなわち加工時の表面状態や、電流遮断によって異常に損傷・消耗した接点表面では、次の定常電

10

20

30

40

50

流の開閉時の接触抵抗の異常上昇や温度の異常上昇を引起する原因となったり、耐電圧不良を示し再点弧発生の一因となっている。

【0009】研究によれば、CuCr合金の再点弧特性と遮断特性は、合金中のCr量の変動、Cr粒子の粒度分布、Cr粒子の偏析の程度、合金中に存在する空孔の程度などに依存することが判明した。しかしその最適化を進めているにも拘らず、上述した近年の適応状況の過酷化で、まだばらつきが見られ、両特性を兼備した真空バルブが必要となって来た。

【0010】この発明の目的は、再点弧特性を安定化させ電流遮断特性の優れた真空遮断器を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記発明の目的を達成する為に、請求項1に記載の本発明に係る真空遮断器は、

Cr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金からなり、CuCr合金に対して、750～950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロビッカース硬さ値Hvが60以上であって、かつ、CuCr合金中のCr粒子のうちの、20μmより大きい粒子直径（粒子形状が多角形、楕円、不定形粒子の場合には、その面積を円の面積に換算した時の円の直径）を持つCr粒子のマイクロビッカース硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする。

【0012】まず、750～950°Cでの熱処理の後、室温にまで冷却した後のCuの硬さ値Hvは、一般にはHv=60未満である。これでは、硬さ値が十分高くなき為、機械的開閉時や被アーキ時の接点表面は損傷を受け易い。その結果再点弧特性の安定化に対しては十分でない事が判った。

【0013】これに対して、750～950°Cの温度の熱処理を与え、室温にまで冷却した時のCuマトリックス相の硬さ値Hvを、Hv=60以上とする事によって、機械的開閉時や被アーキ時の接点表面の損傷は軽減される。硬さ値Hvを、Hv=60以上とする手段は、例えば、Cu相中に分散するCr粒子自体の粒度分布の調整、Cr粒子中に存在する微量成分の種類や量の調整、Cu相中へのCrの析出状態の調整、Cr粒子内に残存する歪みの調整など冶金的手段を適宜選択する事によって可能である。

【0014】一方、750～950°Cの温度の熱処理を与え、室温にまで冷却した時のCuCr合金中のCr粒子の硬さ値Hvを、Hv=240以下とする事によって、機械的開閉時や被アーキ時の接点表面の損傷は軽減される。硬さ値をHv=240以下とするために、一般に数μmから数100μmの粒子直径を持つ通常のCr粒子を製造するには、塊状のCrを粉碎法によって粉末

化する。粉末化する工程でCr塊に対して与える機械的な強加工によって、粉碎後のCr粉内部に残留する歪みの大きさを加工度や熱処理温度を調整するなど機械的、熱的手段を適宜選択する事によって可能である。

【0015】粉碎後のCrは、通常Hv=240超（240を超えた値）～300の硬さを有している。この様にHv値がHv=240超（240を超えた値）であるCr粒子では、開閉、遮断時の機械的、熱的衝撃によって亀裂が発生したり、破断または分裂しその一部がCu

マトリックス相から脱落するのが見られる。粉末化工程での加工度調整や歪み取り処理、或いは合金化後の歪み取り処理によって得たHv=240以下にあるCr粒子では、この様な状態は観察されない。

【0016】すなわちCr粒子の硬さ値Hvを、Hv=240以下とする事と前記したCuマトリックス相の硬さ値Hvを、Hv=60以上とする事との組み合わせによる相乗的効果によって、特に再点弧発生頻度を低減すると共に再点弧発生のバラツキ幅も低減する。

【0017】なお、Cr粒子のうちの20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値を注目し対象としているのは、20μmより小さいCr粒子では、測定技術上Cu相の影響を受ける為、測定する硬さ値の精度が十分でない理由による。以下の記載に於いても、同様である。

【0018】請求項2に記載の本発明に係る真空遮断器は、Cr粒子のうち60～300μmの範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上としたCr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金からなり、CuCr合金に対して、750～950°Cの温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロビッカース硬さ値Hvが60以上であって、かつ、CuCr合金中のCr粒子のうちの、20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子のマイクロビッカース硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする。

【0019】ここで、請求項2に記載の本発明では全Cr粒子のうちの少なくとも50重量%が、60～300μmの範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子としたCr粒子と、残部がCu相とで構成したCuCr合金に対して、所定の熱処理を経た後のCuマトリックス相の硬さ値Hvを、Hv=60以上、全Cr粒子のうちの20μmより大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値Hvを、Hv=240以下とする要件を付与する事によって、接点の耐アーキ消耗性を向上し、その結果、再点弧特性の安定化に貢献する。しかし全Cr粒子のうちの第1のCr粒子の量が50重量%未満では、材料のアーキ消耗が大となり、接点表面の荒れを大とし、その結果、再点弧の発生頻度のバラツキ幅を増大させる。

【0020】請求項3に記載の本発明に係る真空遮断器

は、Cr粒子のうち $60\sim300\mu m$ の範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上とし、 $44\mu m$ 以下の粒子直径を持つ第2のCr粒子を50重量%以下としたCr粒子と、これを取り囲むCu相とで構成した焼結後または溶浸後のCuCr合金からなり、CuCr合金に対して、 $750\sim950^{\circ}C$ の温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、CuCr合金中のCuマトリックス相のマイクロビッカース硬さ値Hvが60以上であって、かつ、 $20\mu m$ より大きい粒子直径を持つCr粒子のマイクロビッカース硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする。

【0021】すなわち、全Cr粒子のうちで $60\sim300\mu m$ の範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上、 $44\mu m$ 以下の範囲の持つ第2のCr粒子を50重量%以下としたCrと、残部がCu相とで構成したCuCr合金に対して、所定の熱処理を経た後のCuマトリックス相の硬さ値HvをHv=60以上、全Cr粒子のうちの $20\mu m$ より大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値HvをHv=240以下とする要件を付与する事によって、アークの集中を更に低減化しその結果、再点弧特性を安定化させると共に遮断特性の向上を両立させる。

【0022】請求項4に記載の本発明に係る真空遮断器は、 $60\sim300\mu m$ の範囲の粒子直径を持つ第1のCr粒子を50重量%以上、 $44\mu m$ 以下の粒子直径を持つ第2のCr粒子を50重量%以下、第1のCr粒子と第2のCr粒子との間の粒子直径を持つ第3のCr粒子を10重量%以下としたCr粒子群と、これらを取り囲むCu相とで構成した焼結または溶浸後のCuCr合金からなり、CuCr合金に対して、 $750\sim950^{\circ}C$ の温度の熱処理を与えた後、室温にまで冷却した時の、CuCr合金中のCuマトリックス相の硬さ値Hvが60以上であって、かつ、 $20\mu m$ より大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値Hvが240以下である接点を備えたことを特徴とする。

【0023】すなわち、全Cr粒子のうちで、 $60\sim300\mu m$ の範囲の持つ第1のCr粒子を50重量%以上、 $44\mu m$ 以下の範囲の持つ第2のCr粒子を50重量%以下、第1のCr粒子と第2のCr粒子との間の粒子直径を持つ第3のCr粒子を10重量%以下としたCr粒子と、残部がCu相とで構成したCuCr合金に対して、所定の熱処理を経た後のCuマトリックス相の硬さ値HvをHv=60以上、全Cr粒子のうちの $20\mu m$ より大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値HvをHv=240以下とする要件を付与する事によって、アークの集中を一層低減化し、その結果、再点弧特性を安定化させると共に遮断特性の向上を両立させる。更に第1のCr粒子、第2のCr粒子、及び第3のCr粒子の量をこのような比率に制御する事によって、遮断特性のバラツキ幅も縮小させる。

【0024】請求項5に記載の本発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の真空遮断器において、Cr粒子の合計が5~60重量%であり、残部がCuであることを特徴とする。

【0025】ここで、所定の熱処理を経た後のCuマトリックス相の硬さ値HvをHv=60以上、全Cr粒子のうちの $20\mu m$ より大きい粒子直径を持つCr粒子の硬さ値HvをHv=240以下とする要件を付与したCuCr合金のCr量の合計が、5重量%未満では所定の要件を付与しても、耐アーク消耗性の低下および導電性的低下とによって再点弧特性、遮断特性が共に不安定となる。

【0026】一方、CuCr合金のCr量の合計が80重量%以上では、温度上昇特性と接触抵抗特性が不安定となり、やはり再点弧特性、遮断特性が共に不安定となる。

【0027】なお、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の真空遮断器において、CuCr合金におけるCr粒子の合計を5~60重量%とし、補助成分としてBi、Pb、Sbの1つを1重量%以下、若しくはTe、Seの1つを5重量%以下加え、残部をCuとすることもできる。

【0028】ここで、Cu相中での所定量のBiの存在は、1重量%以下なら電流遮断後の接点表面荒れを少なく安定化させ再点弧発生レベルを一層低くする。1重量%以上のBiでは再点弧発生の頻度を増加させて好ましく無い。同様にCu相中の所定量のTe、Se、Pb、Sbの存在も、電流遮断後の接点表面荒れを安定化させ再点弧発生レベルを低くする。

【0029】更に、補助成分としてAlまたはSiを1重量%以下加えても良い。

【0030】ここで、所定量のAlの存在は、再点弧発生レベルを低くすると共に、更に電流遮断特性も安定化させる。また、Alの量が1重量%を超えると遮断時の大きなエネルギー処理の為の接点表面の荒れを招き、耐消耗特性と耐溶着特性の低下と再点弧特性の不安定化を招く。また所定量のSiの存在も、再点弧発生レベルを低くすると共に、更に電流遮断特性も安定化させる。また、Siの量が1重量%を超えると遮断時の大きなエネルギー処理の為の接点表面の荒れを招き、耐消耗特性と耐溶着特性の低下と再点弧特性の不安定化を招く。

【0031】請求項6に記載の本発明は、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の真空遮断器において、Cr粒子の一部を、50重量%未満のTi、V、Nb、Ta、W、Moの1つによって置換したことを見特徴とする。

【0032】ここで、Crの一部をCr量に対して50重量%未満のTi、V、Nb、Ta、W、Moの1つによって置換する事によって、Cu-Cr接点素材全体の機械的強度を大とし、Cr粒子の脱落が引き金となって

引起される再点弧発生を軽減化する。Crに対するTi、V、Nb、Ta、W、Moの量が50重量%を超えるとこれらの元素が主因となる熱電子放出が盛んとなり、遮断特性を低下させる。

## 【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。

【0034】Cu-Cr接点の材料状態と再点弧発生について発明者らの観察では遮断前後の材料特性と再点弧のバラツキ発生との間の関連性について以下の様な知見を得た。

【0035】Cu-Cr接点は、研磨、研削や切削手段によって仕上げ加工するのが一般である。しかし、Cu-Crの諸内容（製造条件や加工条件など）を一定としても、なお再点弧の発生や遮断特性にバラツキが見られていた。発明者らの観察の結果、接点表面にはCr粒子の脱落、剥離、Cr粒子端部の欠け、引っかき状の傷、Cu相部分の流れ（CuがCr粒子上にまでかぶさる）など種々存在していた。その一因として接点面上でのミクロ領域での加工性の差異、すなわち再点弧発生のバラツキとミクロ領域での硬度の均一度の違いとの間に相関性を認めた。この傾向は、接点素材の製造ロット間で、および1枚の接点のミクロ領域中でも観察された。

【0036】一般に、750～950°Cの温度の熱処理を与えた時の室温でのCu（純銅）の硬さ値HVは、HV=60未満である。Cr粒子の粒度分布などを適宜選択する事によって、Cu-Cr合金中のCu相の硬さ値HVをHV=60以上とすると、機械的開閉や被アーケ後<sup>10</sup>の接点表面の損傷を軽減し、その結果再点弧発生頻度を低減すると共に再点弧発生のバラツキ幅も低減する。

【0037】数μmから数10μmの粒子直径を持つ通常のCr粒子を製造するには、塊状Crを粉碎して粉末化する。この際Cr塊には機械的な強加工が加わるので、Cr内には歪みの残留や微量不純物が残存する。その影響でCrは、HV=240超（240を超えた値）～300の硬さを持つ。硬さ値HVがHV=240超（240を超えた値）であるCr粒子では開閉遮断時の機械的、熱的衝撃によって亀裂発生、破断、分裂や、その一部がCu相から脱落する等の現象が見られる。これに対してCr粒子の粒度分布の調整、粉末化工程での加工度調整や歪み取り処理、或いは合金化後の歪み取り処理等によって得たHV=240以下にあるCr粒子では、この様な状態は観察されない。

【0038】すなわち、Cu-Cr中のCr粒子の硬さHVをHV=240以下とし、Cu相の硬さHVをHV=60以上とする事によって、Cu-Cr合金中のCr粒子とCu相との硬度の差が小となり、接点の機械的仕上げ加工の際に好ましい加工表面状態が得られ、目標とする低再点弧化に対して好ましい状態となる。

【0039】これに対して、HV=240超（240を

50

超えた値）であるCr粒子でHV=60未満のCu相を持つ接点を選択すると、Cr粒子とCu相との硬度の差が大となり、接点の機械的仕上げ加工に際し、好ましい加工表面状態が得られず、アークの停滞、集中を招く結果、接点面の局部的異常蒸発現象の発生や表面荒れの生成などによって、低再点弧化と共に遮断特性の向上に対して不利益となっている。

【0040】このような接点に外部磁界（例えば縦磁界）を与える一定値以上の電流値を遮断すると、アークは接点画の予測出来ない一点もしくは複数点の場所で停滞する傾向を示し、最終的には接点の一部分を異常融解させ遮断限界に至る。また異常融解によって瞬時的な爆発的蒸発によって発生した金属蒸気は、開極過程にあった真空遮断器の絶縁回復性を著しく阻害し、遮断限界の一層の劣化を招く。さらに異常融解は、巨大な融滴を作り接点面の荒れを招き、その結果、材料の異常な消耗、耐電圧特性の低下、再点弧発生率の増加をも招く。これらの現象の一因となるアークが、接点面上のどこで停滞するかは全く予測出来ない以上、発生したアークが停滞させることなく移動拡散できるような表面条件と移動拡散を促進させる手段とを接点に与えることが望ましい。本実施形態は、その望ましい一条件を提供するものである。

【0041】CuCr合金の特性の安定化には、合金中のCr量の変動、Cr粒子の粒度、粒度分布、Crの偏析の程度、合金中に存在する空孔の程度などに依存する。特に再点弧特性のより一層の安定化には、上記に加えてCuCr合金中のCr粒子とCuマトリックスとの相互の関係によって形成される表面形態が、極めて重要な事が分かった。すなわち真空バルブの再点弧の発生頻度は、合金中のCrとCuとの硬度関係について、注目する必要がある事が判明した。

【0042】ここで、以下の実施例、比較例の特性評価の条件、方法について説明する。

（1）遮断特性：直径70mmの接点を装着した遮断テスト用実験バルブを開閉装置に取り付けると共に、ベギング、電圧エージング等を与えた後、24kV、50Hzの回路に接続し、電流をほぼ1kAずつ増加しながら遮断限界を真空バルブ3本につき比較評価した。

（2）再点弧特性：直径30mm、厚さ5mmの円板状接点片を、ディマウンタブル型真空バルブに装着し、24kV×500Aの回路を2000回遮断した時の再点弧発生頻度を表示した。

【0043】尚、結果は発生頻度が、実施例1の発生数を1.0とした時の倍率で、0.1未満の場合を（A）、0.1～1.0を（B）、1.0～1.5を（C）、1.5～3.0を（D）、3.0～10を（X）、10～30を（Y）、30以上を（Z）として表示した。

（3）供試Cr粉の内容：粒子直径が、60～300μ

mの範囲にあるCr粉を[Cr粒子1]、44μm以下  
の範囲にあるCr粉を[Cr粒子2]、[Cr粒子1]  
と[Cr粒子2]との間の範囲にあるCr粉を[Cr粒子3]とし、各々を準備した。

【0044】以下、図1～図6を参照して、実施例及び比較例について説明する。

【0045】(実施例1～2、比較例1)まず、遮断テスト用実験バルブの組立ての概要を示す。端面の平均表面粗さを約1.5μmに研磨したセラミックス製絶縁容器(主成分:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を用意し、このセラミックス製絶縁容器については、組立て前に1600°Cの前加熱処理を施した。封着金具として、板厚さ2mmの42%Ni-F<sub>e</sub>合金を用意した。ロウ材として、厚さ0.1mmの72%Ag-Cu合金板を用意した。上記用意した各部材を被接合物間(セラミックス製絶縁容器の端面と封着金具)に気密封着接合が可能のように配置して、5×10<sup>-4</sup>Paの真空雰囲気で封着金具とセラミックス製絶縁容器との気密封着工程に供した。

【0046】次いで、供試接点材料の内容、製造条件について示す。

【0047】まず、粒子直径が60～300μmの範囲にあるCr粉を[Cr粒子1]、44μm以下の範囲にあるCr粉を[Cr粒子2]とし、各々を準備した。

【0048】実施例1として、[Cr粒子1]から選ばれたCrと、別途用意したCu粉をCu-25重量%Crとなる様に混合した。

【0049】実施例2として、[Cr粒子1]と[Cr粒子2]との比率が、[Cr粒子1]50～75重量%、[Cr粒子2]25～50重量%の如くに混合したCrと、別途用意したCu粉をCu-25重量%Crとなる様に混合した。

【0050】比較例1として、[Cr粒子1]と[Cr粒子2]との比率が、[Cr粒子1]10～25重量%、[Cr粒子2]75～95重量%の如くに混合したCrと、別途用意したCu粉をCu-25%Crとなる様に混合した。

【0051】各々の混合粉を4トン/mm<sup>2</sup>で成型、焼結してCu-25%Cr合金を得た。

【0052】評価は、Cu粉、Cr粉の成型体に対して、1060°Cの加熱処理を与えてCu-25%Cr合金とした。各特性評価は、実施例1の特性を標準としての相対値とした(硬度の調整の為には適宜温度を選択)。

【0053】本発明の趣旨は、所定の粒子直径を持つCr粉を所定の比率混合、焼結して得たCu-Cr合金に対して、750～950°Cの温度の再加熱処理を与え室温にまで冷却した後の、該合金中のCu相の硬度Hv及びCr粒子の硬度Hvに注目している。

【0054】そこでこの実施例、比較例では、該合金中のCu相に於いてはHv=60～70、Cr粒子に於い

てはHv=180～240の範囲にある素材を選出し試験に供した。この際の硬度の調整は、Cu-Cr成型体を得る時の成型圧力、成型手段、750～950°Cの温度での保持時間、再加熱後の冷却速度や使用するCr粒子中の他の成分の種類や含有成分量などを調整する事によって、制御は容易に可能である。

【0055】これらの接点合金について前記条件による再点弧特性、遮断特性を評価したところ、[Cr粒子1]を100重量%とした実施例1(標準サンプル)、[Cr粒子1]を50～75重量%とし残部を[Cr粒子2]とした実施例2では、再点弧性は、(B)～(D)の範囲を示し安定した範囲を示した(実施例1～2)。

【0056】標準としている実施例1の遮断特性が20kAであるのに対して実施例2では、遮断特性も20～24kAの範囲を示し更に安定した遮断特性示した。

【0057】これに対して、前記Crの粒子直径の値を60～300μmとした[Cr粒子1]を10～25重量%とし、残部を[Cr粒子2]とした時の再点弧特性は、(D)～(X)を示し著しい低下を示すと共に、遮断特性も8～20kAを示し著しい低下を示した(比較例1)。

【0058】再点弧特性、遮断特性を評価した後の接点表面の顕微鏡観察によると、実施例1～2の接点面の損傷は、Cr粒子の脱落などは見られず、平坦な損傷であった。

【0059】比較例1では、実施例1～2と比較して、接点はアーク消耗が大で、その表面荒れも大きく激しい凹凸が発生している。特に実施例2は、実施例1と比較してアークの集中が低減化され消耗が小でその表面荒れも少ない傾向を示した。所定比率内の[Cr粒子1]と[Cr粒子2]とを存在させたCrの方が、被アーク後も安定した表面状態を示している(実施例1～2)。

【0060】しかし[Cr粒子1]と[Cr粒子2]との比率が適切な範囲外の時には、その効果は発揮されていない(比較例1)。

【0061】(実施例3～4、比較例2～3)前記実施例1～2では、Cu-Cr合金中を750～950°Cに再加熱し室温にまで冷却した時の、該合金中のCu相の硬さHvをHv=60～70、Cr粒子の硬さHvをHv=180～240の範囲で一定とした上での、Cr粒子中に占める[Cr粒子1]、[Cr粒子2]の比率を変化させた時の再点弧特性、遮断特性に与える効果を示した。

【0062】しかし、本発明の技術はこれに限る事なく[Cr粒子1]と[Cr粒子3]の比率を変えても、再点弧特性、遮断特性に対して良い効果を発揮する。すなわち、該合金中のCr粒子中に占める[Cr粒子1]の比率が90～95重量%で残部[Cr粒子3]が5～10重量%の時(実施例3)、[Cr粒子1]の比率が50

11

～75重量%、[Cr粒子2]の比率が20～45重量%で残部[Cr粒子3]が5～10重量%の時(実施例4)には、実施例1(標準)の特性と比較した再点弧特性は実施例3では(B)～(C)、実施例4では(A)～(B)の範囲で安定した再点弧特性を示した。遮断特性も、実施例3では20～24kA、実施例4では24kAの安定した高い遮断特性を発揮した(実施例3～4)。

【0063】これに対して、前記Crの粒子直径の値を60～300μmとした[Cr粒子1]を70～85重量%とし残部[Cr粒子3]を15～30重量%とした時の再点弧特性は(D)～(X)を示し著しい低下を示すと共に、遮断特性も8～16kAを示し著しい低下を示した(比較例2)。

【0064】更に[Cr粒子1]の比率が70～85重量%、[Cr粒子2]の比率が20～45重量%で残部[Cr粒子3]を15～30重量%とした時の再点弧特性は(D)～(X)を示し著しい低下を示すと共に、遮断特性も8～16kAを示し著しい低下を示した(比較例3)。

【0065】再点弧特性、遮断特性を評価した後の接点表面の顕微鏡観察によると、実施例3～4の接点面の損傷は、Cr粒子の脱落などは見られず、平坦な損傷であった。比較例2～3では、実施例3～4と比較して、接点はアーク消耗が大で、その表面荒れも大きく凹凸が発生している。また比較例2では接点素材中のガス量の増加で再点弧特性の低下、更に比較例3でもガス量の増加で再点弧特性、遮断特性の大幅な低下が見られている。

【0066】(比較例4～5)前記実施例1～4、比較例1～3では、Cu-Cr合金中を750～950°Cに再加熱し室温にまで冷却した時の、該合金中のCu相の硬さとCr粒子の硬さの両者が所定範囲(Cu相の硬さHvはHv=60～70、Cr粒子の硬さHvはHv=180～240の範囲)にある場合について、再点弧特性、遮断特性に対して好ましい効果を発揮することを示した。しかし、Cu相の硬さはHv=60～70の好ましい範囲にあっても、Cr粒子の硬さがHv=240超(240を超えた値)～275の好ましくない範囲にある時には、遮断特性が20～24kAの好ましい特性を示しているにも係わらず、再点弧特性が(D)～(Y)を示し著しい低下を示した(比較例4)。

【0067】逆に、Cr粒子の硬さHvがHv=180～210の好ましい範囲にあっても、Cu相の硬さHvがHv=40～50の好ましくない範囲にある時にも、遮断特性が20～24kAの好ましい特性を示しているにも係わらず、再点弧特性が(D)～(X)を示し著しい低下を示した(比較例5)。

【0068】再点弧特性、遮断特性を評価した後の接点表面の顕微鏡観察によると、比較例4では、Cr粒子に亀裂や割れの発生が観察され、再点弧特性に不安定性が

12

見られる。また比較例5では、Cu相には開閉または遮断による表面傷が認められた。

【0069】(実施例5～7、比較例6～7)前記実施例1～4、比較例1～5では、Cu-Cr合金中のCr量を25重量%で一定とした上で、Cu-Cr合金を750～950°Cに再加熱し室温にまで冷却した時の、該合金中のCu相の硬さHvをHv=60～70、Cr粒子の硬さHvをHv=180～240の範囲に調整し、Cr粒子中に占める[Cr粒子1]、[Cr粒子2]、[Cr粒子3]の比率を変化させた時の再点弧特性、遮断特性に与える効果を示した。

【0070】しかし本発明の技術は、Cu-Cr合金中のCr量が25重量%に限る事なく、再点弧特性、遮断特性に対して良い効果を発揮する。すなわち該合金中のCr量が5重量%の実施例5では(C)～(D)、Cr量が40重量%の実施例6では(B)～(C)、Cr量が60重量%の実施例7でも(B)～(C)の範囲で安定した再点弧特性を示した。更に遮断特性も、実施例5では20～24kA、実施例6では16～20kA、実施例7では16～20kAの安定した高い遮断特性を発揮した(実施例5～7)。

【0071】これに対して、該合金中のCr量を2.5重量%とした時の遮断特性は、16～20kAを示し合格の範囲であるものの、耐アーク消耗と導電性の低下で、再点弧特性は(D)～(X)を示し著しい低下を示した(比較例6)。更に該合金中のCr量を80重量%とした時の再点弧特性は(C)～(D)を示し合格の範囲であるものの、逆に遮断特性は温度上昇特性、接触抵抗特性の不安定化で、不安定な遮断特性を示し5～12kAと著しい低下を示した(比較例7)。

【0072】再点弧特性、遮断特性を評価した後の接点表面の顕微鏡観察によると、実施例5～7の接点面の損傷は、Cr粒子の脱落などは見られず、平坦な損傷であり再点弧特性、遮断特性に対して好ましい表面状態を維持している。比較例6～7では、実施例5～7と比較して、接点はアーク消耗が大で、その表面荒れも大きく凹凸が発生している。

【0073】(実施例8～14、比較例8～9)前記実施例1～7、比較例1～7では、特にCu-Cr合金について、Cu-25Cr合金を750～950°Cに再加熱し室温にまで冷却した時の、該合金中のCu相の硬さHvをHv=60～70、Cr粒子の硬さHvをHv=180～240の範囲に調整し、Cr粒子中に占める[Cr粒子1]、[Cr粒子2]、[Cr粒子3]の比率を所定範囲とした時の再点弧特性、遮断特性に与える効果を示した。

【0074】しかし本発明の技術は、Cu-Cr合金に限る事なく、遮断時の耐アーク性の機能を発揮するCrの一部を、所定量の第1の補助成分X1(X1=Ti、V、Nb、Ta、W、Moの少なくとも1つ)で置換し

## 13

$\text{CrX}_1$ としても、再点弧特性、遮断特性に対して良い効果を発揮する。

【0075】<実施例8～9、比較例8～9>すなわち該合金中の12.5%Crに $X_1$ として7.5重量%のTiを選択し $\text{Cr} + \text{Ti} = 20$ 重量%とした場合には、(B)～(C)の好ましい範囲の安定した再点弧特性を示した(実施例8)。 $\text{Cr} + \text{Ti} = 12.5 + 12.5 = 25$ 重量%とした場合にも(B)～(C)の好ましい範囲の安定した再点弧特性を示した(実施例9)。更に遮断特性も、実施例8では24kA、実施例9でも20kAの安定した高い遮断特性を発揮した(実施例8～9)。実施例8～9では、接点の機械的強度を向上させた事が再点弧特性の安定化に寄与している。

【0076】これに対して、該合金中の12.5%Crに $X_1$ として30重量%のTiを選択した場合( $\text{Cr} + \text{Ti} = 42.5$ 重量%。 $\text{Cr} < X_1$ )には、16～20kAの安定した遮断特性を発揮したものの、(D)～(Y)の好ましくない不安定な再点弧特性を示した。Cr量よりも $X_1$ 量が多い為、遮断後の接点表面を平滑化する作用を有するCrの効果が十分には発揮されていない(比較例8)。また該合金中の30%Crに $X_1$ として30重量%のTiを選択した場合( $\text{Cr} + \text{Ti} = 60$ 重量%)には、5～12kAの不安定な遮断特性を発揮した上に、(C)～(X)の好ましくない不安定な再点弧特性を示した。 $X_1$ 量が多い為、遮断後の接点表面を平滑化する作用を有するCrの効果が十分には発揮されない事による(比較例9)。観察によれば遮断後の比較例8では、接点表面の荒れが増大している。また比較例9では、遮断時の接点温度上昇が大で、遮断特性の低下を示した。

【0077】<実施例10～14>上記実施例8～9、比較例8～9では、Crに対する補助成分としてTiを選択した場合の影響、Cr量に対する $X_1$ 量(Ti量)の限度について示したが、本発明に於ける $X_1$ は、Tiに限る事なくCrの一部を所定量のV、Nb、Ta、W、Mo(実施例10～14)で置換した $\text{CrX}_1$ としても、(A～B)の範囲の再点弧特性、16～20kAの遮断特性を示し、同様の効果を発揮した。

【0078】(実施例15～16、比較例10)前記実施例8～14、比較例8～9では、CuCr合金について、遮断時に耐アーケ性の機能を発揮するCrの一部を第1の補助成分 $X_1$ で置換した場合の再点弧特性、遮断特性に対しする影響についてその効果を確認した。

【0079】しかし本発明の技術は、耐アーケ性の機能を発揮するCrの一部を、所定量の第2の補助成分 $X_2$ としてA1(アルミニウム)を含有した $\text{CrX}_2$ としても、再点弧特性、遮断特性に対して良い効果を発揮する(実施例15～16)。

【0080】補助成分 $X_2$ としてのA1量の所定量が、0.05重量%の時には(A)～(B)の好ましい範囲

10

20

30

40

50

の安定した再点弧特性と、24kAの安定した高い遮断特性を発揮した(実施例15)。更にA1量の所定量が0.1～1.0重量%の時にも(C)～(D)の好ましい範囲の安定した再点弧特性と、20kAの安定した高い遮断特性を発揮した(実施例16)。しかしA1量が3.5重量%の場合には(Y)～(Z)の好ましくない不安定な再点弧特性と、遮断特性の低下(8～12kA)を示した(比較例10)。比較例10では耐消耗性、耐溶着性低下で再点弧特性の不安定化と遮断特性に著しい低下が見られた。

【0081】(実施例17～26、比較例11～15)<実施例17～18、比較例11>遮断時に耐溶着性の機能を発揮する1重量%以下の第3の補助成分 $X_3$ ( $X_3 = Bi$ )を含有しても、(C)～(D)の再点弧特性、20～24kA、16～20kAの遮断特性を示し良好な特性を発揮する(実施例17～18)。これに対して5重量%の第3の補助成分 $X_3$ ( $X_3 = Bi$ )を含有する時には、耐消耗性、耐溶着性の低下によって、(Y)～(Z)の再点弧特性を示し著しい不安定性を示すと共に、遮断特性は5kA以下を示し大幅な低下となる(比較例11)。

【0082】<実施例19～20、比較例12>遮断時に耐溶着性の機能を発揮する1重量%以下の第3の補助成分 $X_3$ ( $X_3 = Pb$ )を含有しても、(C)～(D)の再点弧特性、20～24kA、16～20kAの遮断特性を示し良好な特性を発揮する(実施例19～20)。これに対して5重量%の第3の補助成分 $X_3$ ( $X_3 = Pb$ )を含有する時には、耐消耗性、耐溶着性の低下によって、(Z)の再点弧特性を示し著しい不安定性を示すと共に、遮断特性は5kA以下を示し大幅な低下となる(比較例12)。

【0083】<実施例21～22、比較例13>遮断時に耐溶着性の機能を発揮する1重量%以下の第3の補助成分 $X_3$ ( $X_3 = Sb$ )を含有しても、(C)～(D)の再点弧特性、20～24kA、16～20kAの遮断特性を示し良好な特性を発揮する(実施例21～22)。これに対して5重量%の第3の補助成分 $X_3$ ( $X_3 = Sb$ )を含有する時には、耐消耗性、耐溶着性の低下によって、(Z)の再点弧特性を示し著しい不安定性を示すと共に、遮断特性は5kA以下を示し大幅な低下となる(比較例13)。

【0084】<実施例23～24、比較例14>遮断時に耐溶着性の機能を発揮する5重量%以下の第4の補助成分 $X_4$ ( $X_4 = Te$ )を含有しても、(C)～(D)の再点弧特性、20～24kA、16～20kAの遮断特性を示し良好な特性を発揮する(実施例23～24)。これに対して8重量%の第4の補助成分 $X_4$ ( $X_4 = Te$ )を含有する時には、耐消耗性、耐溶着性の低下によって、(Z)の再点弧特性を示し著しい不安定性を示すと共に遮断特性は5kA以下を示し大幅な低下と

15

なる（比較例14）。

【0085】<実施例25～26、比較例15>遮断時に耐溶着性の機能を発揮する5重量%以下の第4の補助成分X4(X4=Se)を含有しても、(C)～(D)の再点弧特性、2.0～24kA、1.6～20kAの遮断特性を示し良好な特性を発揮する（実施例25～26）。これに対して8重量%の第4の補助成分X4(X4=Se)を含有する時には、耐消耗性、耐溶着性の低下によって、(Z)の再点弧特性を示し著しい不安定性を示すと共に、遮断特性は5kA以下を示し大幅な低下となる（比較例15）。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、再点弧特性を安定化させ電流遮断特性の優れた真空遮断

16

器を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1～7、及び比較例1～7の評価条件を示す表図。

【図2】 本発明の実施例8～16、及び比較例8～10の評価条件を示す表図。

【図3】 本発明の実施例17～26、及び比較例11～15の評価条件を示す表図。

【図4】 本発明の実施例1～7、及び比較例1～7の評価結果を示す表図。

【図5】 本発明の実施例8～16、及び比較例8～10の評価結果を示す表図。

【図6】 本発明の実施例17～26、及び比較例11～15の評価結果を示す表図。

【図1】

実施例 比較例	接点材料：高導電性成分(Cu相)と耐熱性成分(Cr粒子、Cr相)とで構成								
	評価した接点材料：(重量%)			Cr粒子の粒子直径の分布：(重量%)			硬度：Hv (マイクロピッカース値)		
	基本成分 Cu-Cr 合金中の Cr量	補助成分1 Crの一部 をTi,V,Nb, Ta,W,Moの 1つで置換 した時 の Ti,V,Nb,Ta, W,Moの量	補助成分2 Cu-Cr 合金中に占 めるA1の 量	補助成分3 Cu-Cr 合金中に占 めるBi,Pb, Sb,Te,Seの 少なくとも 1つの量	[Cr粒子1] 中に占める[Cr粒子1]、[Cr粒子2]、[Cr粒子3]の比。但し、[Cr粒子1]：粒子直径が60～300 μmの範囲 [Cr粒子2]：同上4.4 μm以下 [Cr粒子3]：同上[Cr粒子1]と[Cr粒子2]との間	[Cr粒子1]	[Cr粒子2]	[Cr粒子3]	Cu相
実施例1	2.5	なし	0.001-0.01	なし	100 75-50 × 25-10	なし 25-50 × 75-95	なし 5-10 × 15-30	60-70 60-68 同上	185-220 180-215 同上
実施例2	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	60-70 60-68 同上	185-215 190-215
比較例1	X	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例3	同上	同上	同上	同上	幾部(90-85) 同上(70-85)	同上(50-73) 同上(70-66)	なし 5-10 20-45 5-10 5-10	同上 同上 同上 同上	180-220 185-210 200-240 185-220
比較例2	同上	同上	同上	同上	同上	同上	なし × 15-30	同上	180-220
実施例4	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	180-220
比較例3	同上	同上	同上	同上	同上	同上	× 15-30	同上	180-220
比較例4	同上	X	同上	同上	同上	同上	75-50 25-50	同上 同上	5-10 5-10
比較例5	同上	X	同上	同上	同上	同上	同上	同上	× 40-60 180-210
比較例6	2.5	X	同上	同上	同上	同上	同上	同上	160-210
実施例5	5	X	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例6	4.0	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例7	6.0	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
比較例7	8.0	X	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上

【図2】

実施例 比較例	接点材料：高導電性成分(Cu相)と耐熱性成分(Cr粒子、Cr相)とで構成								
	評価した接点材料：(重量%)			Cr粒子の粒子直径の分布：(重量%)			硬度：Hv (マイクロピッカース値)		
	基本成分 Cu-Cr 合金中の Cr量	補助成分1 Crの一部を Ti,V,Nb, Ta,W,Moの 1つで置換 した時の Ti,V,Nb, Ta,W,Moの量	補助成分2 Cu-Cr 合金中に占 めるA1の 量	補助成分3 Cu-Cr 合金中に占 めるBi,Pb, Sb,Te,Seの 少なくとも 1つの量	[Cr粒子1] 中に占める[Cr粒子1]、[Cr粒子2]、[Cr粒子3]の比。但し、[Cr粒子1]：粒子直径が60～300 μmの範囲 [Cr粒子2]：同上4.4 μm以下 [Cr粒子3]：同上[Cr粒子1]と[Cr粒子2]との間	[Cr粒子1]	[Cr粒子2]	[Cr粒子3]	Cu相
実施例8	Cr:12.5	Ti:7.5(Cr+Ti=20.0)	0.001-0.01	なし	75-50 25-50	5-10 5-10	60-70 60-70	180-210	
実施例9	Cr:12.5	Ti:12.5(Cr+Ti=25.0)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
比較例8	Cr:12.5	Ti:30.0(Cr+Ti=42.5)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
比較例9	Cr:30.0	Ti:30.0(Cr+Ti=60.0)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例10	Cr:12.5	V:7.5(Cr+V=20.0)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例11	Cr:12.5	Nb:7.5(Cr+Nb=20.0)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例12	Cr:12.5	Ta:7.5(Cr+Ta=20.0)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例13	Cr:12.5	W:8.0(Cr+W=17.5)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例14	Cr:12.5	Mo:5.0(Cr+Mo=17.5)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例15	2.5	なし	0.05	同上	同上	同上	同上	同上	同上
実施例16	同上	同上	0.1-1.0	同上	同上	同上	同上	同上	同上
比較例10	同上	同上	3.6	同上	同上	同上	同上	同上	同上

【図3】

実施例 比較例	接点材料：高導電性成分（Cu相）と耐強性成分（Cr粒子、Cr相）とで構成					硬度：Hv（マイクロビックカースケール）		
	評価した接点材料（重量%）				Cr粒子の粒子直径の分布（重量%）			
	基本成分 Cu-Cr 合金中の Cr量	補助成分1 Crの一部 をTi,V,Nb, Ta,W,Moの 1つで置換 した時の Ti,V,Nb,Ta, W,Moの量	補助成分2 Cu-Cr 合金中に占め るA1の 量	補助成分3 Cu-Cr 合金中に占 めるBi,Pb, Sb,Tb,Saの 少なくとも 1つの量				
実施例 17	2.5	なし	0.001~0.01	Bi=0.1	75~50	5~10	60~70	180~210
実施例 18	同上	同上	同上	Bi=1.0	同上	同上	同上	同上
比較例 11	同上	同上	同上	Bi=6.0	同上	同上	同上	同上
実施例 19	同上	同上	同上	Pb=0.1	同上	同上	同上	同上
実施例 20	同上	同上	同上	Pb=1.0	同上	同上	同上	同上
比較例 12	同上	同上	同上	Pb=5.0	同上	同上	同上	同上
実施例 21	同上	同上	同上	Sb=0.1	同上	同上	同上	同上
実施例 22	同上	同上	同上	Sb=1.0	同上	同上	同上	同上
比較例 18	同上	同上	同上	Sb=5.0	同上	同上	同上	同上
実施例 23	同上	同上	同上	Ta=0.5	同上	同上	同上	同上
実施例 24	同上	同上	同上	Ta=5.0	同上	同上	同上	同上
比較例 14	同上	同上	同上	Ta=8.0	同上	同上	同上	同上
実施例 25	同上	同上	同上	Sa=0.5	同上	同上	同上	同上
実施例 26	同上	同上	同上	Sa=5.0	同上	同上	同上	同上
比較例 15	同上	同上	同上	Sa=8.0	同上	同上	同上	同上

【図4】

実施例 比較例	再点弧発生性（*1） 24kV500A、2000回遮断 させた時の発生度数（供 試ハーブル数6本）	遮断特性（kA） 24kVの回路 を遮断させた 時、再点強制 しアーケ特 性が1ミリ秒 以内で遮断に 成功した時の 電流値	再点弧発生性（*1） 24kVの回路 を遮断させた 時、再点強制 しアーケ特 性が1ミリ秒 以内で遮断に 成功した時の 電流値	備 考		総合 判定
				O: 良好 X: 不良		
実施例 1	1.0 (B) ~ (D) (D) ~ (X)	2.0 2.0 ~ 2.4 8 ~ 20	標準サンプル（再点弧特性、遮断特性とも合格） アーケの集中を低減化。再点弧特性安定化し遮断特性の向上。 アーケ飛距離大で表面荒れ大、遮断特性、再点弧発生にバラツキ。	O	O	X
実施例 2	(B) ~ (C) (D) ~ (X)	2.0 ~ 2.4 8 ~ 16	再点弧特性、遮断特性とも良好。 接点素材中のガス量の増加で再点弧特性低下。 アーケの集中を低減化。再点弧特性安定化。遮断特性のバラツキ幅を縮小。	O	X	O
比較例 1	(A) ~ (B)	2.4	接点素材中のガス量の増加で再点弧特性低下。遮断特性低下。	X	X	
実施例 3	(D) ~ (X)	8 ~ 16	Cr粒子中に亜鉛や割れが発生し再点弧特性不安定。 Cr相表面に傷が発生。	X	X	
比較例 4	(D) ~ (Y) (D) ~ (X)	2.0 ~ 2.4 同上	Cr粒子中に亜鉛や割れが発生し再点弧特性不安定。 Cr相表面に傷が発生。	X	X	
比較例 5	(D) ~ (X)	1.5 ~ 2.0	遮断特性は合格だが、耐アーケ消耗と導電性の低下で再点弧特性不安定。 再点弧特性、遮断特性とも良好。	X	O	
実施例 6	(C) ~ (D)	2.0 ~ 2.4	同上	O	O	
実施例 7	(B) ~ (C)	1.5 ~ 2.0	同上	O	O	
比較例 6	(C) ~ (D)	5 ~ 12	再点弧特性は合格だが、温度上界特性、接触抵抗特性の不安定化で遮断特性不安定。	X	X	

\*1 実施例1の発生度を1.0とした時の倍率  
合格：0.1未満を(A)、0.1~1.0を(B)、1.0~1.5を(C)、1.5~3.0を(D)  
不良：3.0~10を(X)、10~30を(Y)、30以上を(Z)

【図5】

実施例 比較例	再点弧発生特性 (*1) 24kV500A、2000回遮断 させた時の発生頻度:(供試バルブ数6本)	遮断特性 (IA) 24kVの回路を 遮断させた時、 再点弧無しで アーキ時間が 1ミリ秒以内 で遮断に成功 した時の電流 値	備 考	総合 判定
	実施例 1 の発生数を 1.0とした時の倍率が (A)(B)(C)(D)の時：合格 (X)(Y)(Z)の時：不合格	O: 良好 X: 不良		
実施例 8	(B) ~ (C)	2.4	接点の機械的強度向上し再点弧特性を安定化。遮断特性向上。	O
実施例 9	(B) ~ (C)	2.0	同上。	O
比較例 8	(D) ~ (Y)	1.6 ~ 2.0	接点の表面荒れ大で再点弧特性を不安定。	X
比較例 9	(C) ~ (X)	5 ~ 1.2	遮断時の接点の温度上昇大で遮断特性低下。	X
実施例 10	(A) ~ (B)	2.0	遮断特性向上。	O
実施例 11	(B)	同上	同上。	O
実施例 12	(B)	同上	同上。	O
実施例 13	(B) ~ (C)	1.6 ~ 2.0	接点の機械的強度向上し再点弧特性を安定化。遮断特性向上。	O
実施例 14	(B)	2.0	同上。	O
実施例 15	(A) ~ (B)	2.4	遮断特性改善。	O
実施例 16	(C) ~ (D)	2.0	耐電圧特性安定。	O
比較例 10	(Y) ~ (Z)	8 ~ 1.2	耐消耗性、耐溶着性低下と再点弧特性が不安定化。	X
* 1 実施例 1 の発生数を 1.0 とした時の倍率				
合格： 0. 1未満を (A)、0. 1~1. 0を (B)、1. 0~1. 5を (C)、1. 5~3. 0を (D)				
不良： 3. 0~10を (X)、10~30を (Y)、30以上を (Z)				

【図6】

実施例 比較例	再点弧発生特性 (*1) 24kV500A、2000回遮断 させた時の発生頻度:(供試バルブ数6本)	遮断特性 (IA) 24kVの回路を 遮断させた 時、再点弧無 しでアーキ時 間が1ミリ秒 以内で遮断に 成功した時の 電流値	備 考	総合 判定
	実施例 1 の発生数を 1.0とした時の倍率が (A)(B)(C)(D)の時：合格 (X)(Y)(Z)の時：不合格	O: 良好 X: 不良		
実施例 17	(C)	2.0 ~ 2.4	耐溶着性向上、電流遮断後の接点表面荒れを低減し再点弧特性を安定化。	O
実施例 18	(D)	1.8 ~ 2.0	耐溶着性向上。	O
比較例 11	(Y) ~ (Z)	5 (以下)	再点弧特性、遮断特性とも大幅に低下。	X
実施例 19	(C)	2.0 ~ 2.4	耐溶着性向上、電流遮断後の接点表面荒れを低減し再点弧特性を安定化。	O
実施例 20	(D)	1.6 ~ 2.0	耐溶着性向上。	O
比較例 12	(Z)	5 (以下)	再点弧特性、遮断特性とも大幅に低下。	X
実施例 21	(C)	2.0 ~ 2.4	耐溶着性向上、電流遮断後の接点表面荒れを低減し再点弧特性を安定化。	O
実施例 22	(D)	1.6 ~ 2.0	耐溶着性向上。	O
比較例 13	(Z)	5 (以下)	再点弧特性、遮断特性とも大幅に低下。	X
実施例 23	(C)	2.0 ~ 2.4	耐溶着性向上、電流遮断後の接点表面荒れを低減し再点弧特性を安定化。	O
実施例 24	(D)	1.6 ~ 2.0	耐溶着性向上。	O
比較例 14	(Z)	5 (以下)	再点弧特性、遮断特性とも大幅に低下。	X
実施例 25	(C)	2.0 ~ 2.4	耐溶着性向上、電流遮断後の接点表面荒れを低減し再点弧特性を安定化。	O
実施例 26	(D)	1.6 ~ 2.0	耐溶着性向上。	O
比較例 15	(Z)	5 (以下)	再点弧特性、遮断特性とも大幅に低下。	X
* 1 実施例 1 の発生数を 1.0 とした時の倍率				
合格： 0. 1未満を (A)、0. 1~1. 0を (B)、1. 0~1. 5を (C)、1. 5~3. 0を (D)				
不良： 3. 0~10を (X)、10~30を (Y)、30以上を (Z)				

フロントページの続き

(51) Int.Cl. 7

識別記号

F I

デーモード(参考)

H 0 1 H 11/04

H 0 1 H 11/04

D

// C 2 2 C 1/04

C 2 2 C 1/04

P

(72) 発明者 草野 貴史

(72) 発明者 山本 敦史

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内

(72)発明者 南 淑子  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

Fターム(参考) 4K018 AA04 AA40 BA02 BA20 BB04  
DA19 FA09 FA36 KA34  
5G023 AA05 BA11 CA21 CA33  
5G026 BA01 BA07 BB02 BB11 BB12  
BB14 BB15 BB16 BB17 BB18  
BC04 BC08 BC09  
5G050 AA12 AA13 AA25 AA27 AA46  
AA48 AA50 AA51 BA01 CA01  
DA03 EA02 EA06